

PAO - BCV 2

NEN 8700

- NEN 8700:2011 en NEN 8701**
- Rapport TNO-060-DTM-2011-03086
(Achtergrondstudies)**

Stand van zaken

- ❑ **Eurocodes zijn beschikbaar en aangewezen**
 - NB's gebouwen en bruggen klaar
 - NB's overige constructies...

- ❑ **NEN 8700 en NEN 8701 gepubliceerd**
 - Aanschrijven en Verbouw
 - Primair voor gebouwen en bruggen
 - Discussie gaat door

- ❑ **NEN 8702....in voorbereiding**

ISO 2394 - Clause 10.2

Principles of assessment

- **New codes apply**
- **Ancient codes should only be used as guidance**
- **Updating on basis of observations**
- **Reliability & durability targets may be adjusted**

Nederlandse norm **NEN 8700**

**Beoordeling van de constructieve veiligheid
van een bestaand bouwwerk bij verbouw en
afkeuren - Grondslagen**

1.1 Onderwerp en toepassingsgebied

- (2) Dit normblad is bedoeld om gebruikt te worden in samenhang met **NEN-EN 1990 tot en met NEN-EN 1999** bij de beoordeling van de constructieve veiligheid van **bestaande bouwwerken**.

Document te gebruiken bij:

- **vermoeden onvoldoende sterkte**
- **na bijzondere belasting**
- **constatering van schade**
- **verandering gebruik**
- **nieuwe eisen**
- **einde formele levensduur.**

Afwijkingen van nieuwbouw

- **verhoging veiligheid is duurder**
- **dus lager veiligheidsniveau is acceptabel**
- **referentieperiode vaak korter**
- **mogelijkheid van inspectie**
- **reeds gedeeltelijk verouderd**
- **mogelijk beschadigd**

Inhoud

NEN

8700

Voorwoord

- 1 Algemeen
 - 2 Eisen
 - 3 Grenstoestanden
 - 4 Basisvariabelen
 - 4.1 Belastingen en milieu-invloeden
 - 4.2 Materiaal- en producteigenschappen
 - 4.3 Geometrische gegevens
 - 5 Berekening / proeven / meting / observaties
 - 6 Methode van partiële factoren
-
- A A1 Gebouwen A2 Bruggen A3 Overig
 - B Gevolgklassen
 - C Betrouwbaarheid
 - D Ontwerp met proeven
 - E Aspecten beoordeling*
 - F Criteria niveau maatregelen*

1.0 Bijzondere bepalingen

OPMERKING 1: Het feit dat in deze norm de nummering niet altijd een logische numerieke volgorde heeft is geen omissie, maar het gevolg van het synchroon laten lopen van de bepalingen in NEN-EN 1990 met die van deze norm.

2 Fundamentele eisen

- (1a)P Een constructie van een **verbouwing** moet op zodanige wijze zijn ontworpen en uitgevoerd dat zij, tijdens de voorziene **restlevensduur**, met de vereiste betrouwbaarheidsniveaus en op een economische wijze:
 - alle belastingen en invloeden, die kunnen optreden tijdens de uitvoering en het gebruik, zal weerstaan,
 - geschikt zal blijven voor het gebruik waarvoor zij is bestemd.

2 Fundamentele eisen

- (1b)P Een **bestaande** constructie moet minimaal nog zoveel reststerkte hebben dat zij, tijdens de in deze norm vastgestelde **restlevensduur** met de vereiste betrouwbaarheidsniveaus:
 - alle belastingen en invloeden, die kunnen optreden tijdens het gebruik, zal weerstaan
 - geschikt zal blijven voor het gebruik waarvoor zij is bestemd.

2.3.1 Restlevensduur

In deze norm is, naar analogie van de ontwerplevensduur, sprake van een **restlevensduur**.

Standaardeis: 15 jaar (niet voor einde oorspronkelijke ontwerplevensduur)

Vaak verstandig: 30 jaar

Bij tijdelijk gebruik: 5 jaar

Bij afkeuren: 1 jaar

2.3.2 Referentieperiode

Dient om karakteristieke waarden van variabele belastingen vast te stellen (herhalingstijd).

Normaal gelijk aan referentieperiode, maar voor CC1b, CC2 en CC3 nooit lager dan 15 jaar.

Omrekening:

- a) via regels in EN-1991
- b) Indien niet mogelijk oude TGB-regel:

$$F_t = F_{t_0} \left\{ 1 + \frac{1 - \psi_0}{9} \ln \left(\frac{t}{t_0} \right) \right\}$$

3 Grenstoestandenberekening

Een bestaande constructie kan onder invloed van huidige en vroegere belastingen al dan niet zichtbare verschijnselen vertonen:

- doorbuigingen of verzakkingen;
- scheuren;
- losse stenen;
- roestvorming
- uitbloeiingen

Men dient hier rekening mee te houden door:

- a) de veranderde situatie mee te modelleren (bijvoorbeeld een scheur);
- b) de representatieve waarden aan te passen zodanig dat ze kloppen met de werkelijkheid.

Bruikbaarheid

NB: In publiekrechtelijke zin worden geen eisen gesteld aan de bruikbaarheid

-De principes en toepassingsregels van nieuwbouw zijn in beginsel van toepassing op de constructies van een **verbouwing**, zij het dat rekening moet worden gehouden met het proportionaliteitsbeginsel.

-Bij het beoordelen of een **bestaande** constructie moet worden afgekeurd spelen formele bruikbaarheids-grenstoestanden in beginsel geen rol.

4 Basisvariabelen

Belastingen:

- metingen / observaties / feitelijk gebruik
- verleden en toekomst

Materiaal:

- metingen / observaties
- bestek en tekeningen
- oude voorschriften

6. Toetsing

Verwezen wordt naar NEN-EN 1990 met dien verstande dat:

- bij **verbouw** van een constructie die buitengewone belastingen moeten zijn beschouwd, die bij het ontwerp of eerdere verbouwingen zijn of hadden moeten zijn beschouwd;
- voor de bepaling of het **afkeurniveau** is onderschreden, ‘ontwerp’ moet zijn gelezen als ‘verificatie’ en voor buitengewone belastingen, bij gebouwen, slechts het belastingsgeval ‘brand’ moet zijn gekozen.

Tenslotte moeten *Belastingscombinaties voor aardbevingen* en *bruikbaarheid* voor publiekrechtelijke doeleinden als niet van toepassing worden beschouwd

Bijlage B: Gevolgklasse-indeling

- De indeling van bouwwerken naar in klassen in EN is anders dan in NEN 6700.
- Om te voorkomen dat dit onbedoelde effecten heeft voor bestaande bouwwerken is gevolgklasse 1 gesplitst in **klasse 1A en klasse 1B**.
- De klasse 1A omvat die bouwwerken die volgens NEN 6700 in veiligheidsklasse 1 met referentieperiode van 1 jaar voor bestaande bouw.

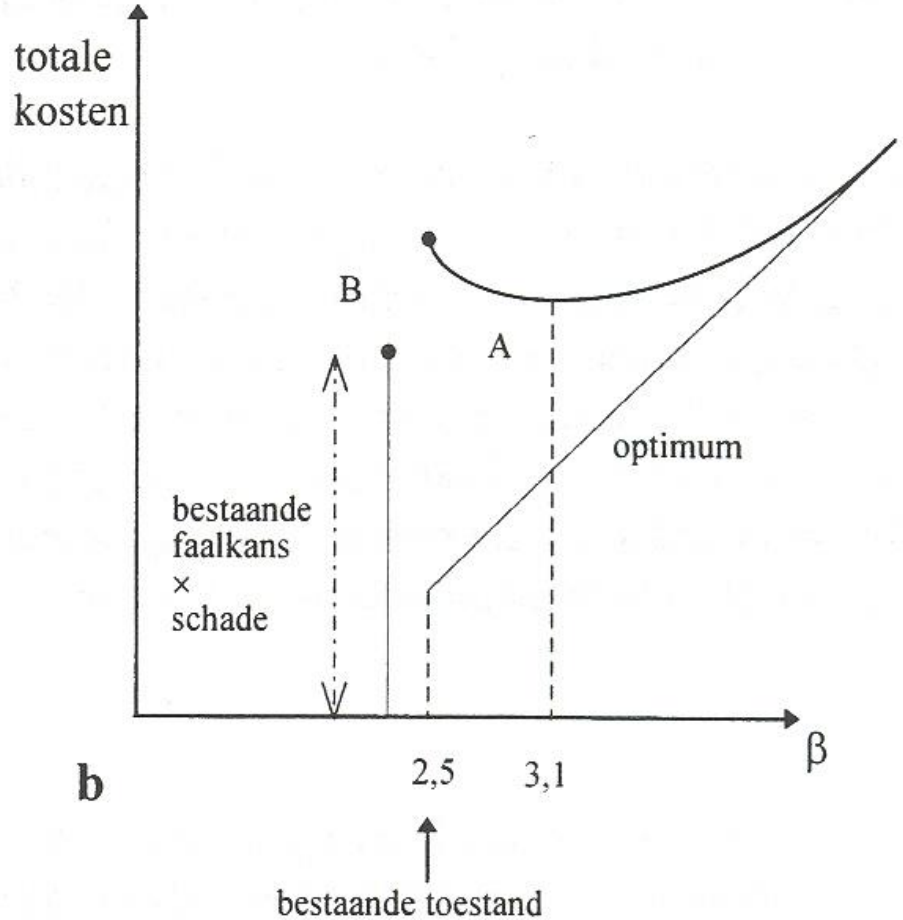
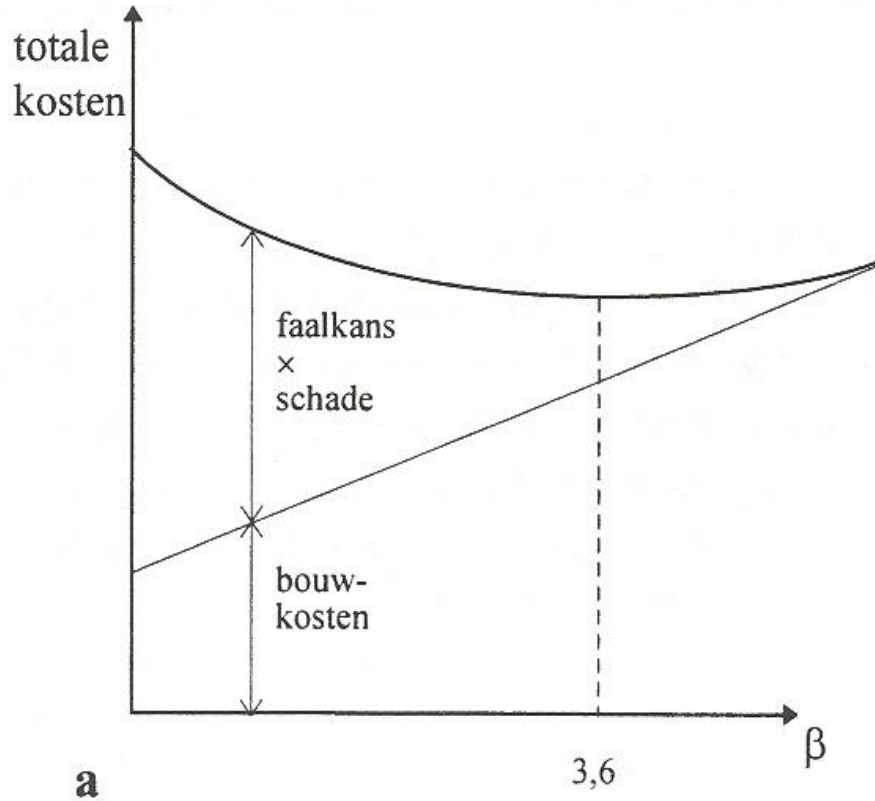
	Omschrijving	Voorbeelden bij gebouwen	Voorbeelden bij bruggen
CC3	Grote gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens (enkele tientallen), en/of zeer grote economische, sociale of gevolgen voor de omgeving.	Hoogbouw ($h > 70$ m) Tribunes, Tentoonstellingsruimten, Concertzalen, Grote openbare gebouwen ^b	Bruggen in en over hoofdwegen, hoofdvaarwegen en landelijke spoorwegen.
CC2	Middelmatige gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens, en/of aanzienlijke economische, sociale of gevolgen voor de omgeving.	Woongebouwen Kantoorgebouwen Openbare gebouwen Industriegebouwen (3 of meer verdiepingen)	overig
CC1B	Geringe gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens, of kleine of verwaarloosbare economische, sociale of gevolgen voor de omgeving.	Standaard eengezinswoningen Industriegebouwen (1 of 2 verdiepingen)	Bruggen met minder dan 2000 vrachtwagens per jaar en een verder ook beperkte economische betekenis
CC1A	Geen gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens, en kleine of verwaarloosbare economische, sociale of gevolgen voor de omgeving.	Landbouwbedrijfsgebouwen ^c Tuinbouwkassen ^c Lichte Industriegebouwen waar meestal geen personen aanwezig zijn.	

Annex B – Veiligheidsklassen

Nieuwbouw (gebouwen)

klas	NEN			EN 1990		
	β	γ_Q	γ_G	β	γ_Q	γ_G
1	3,2	1,2	1,2	3,3	1,35	1,1
2	3,4	1,3	1,2	3,8	1,5	1,2
3	3,6	1,5	1,2	4,3	1,65	1,3

minimalisering van kosten / nieuwbouw versus bestaand



Bouwbesluit / MR:

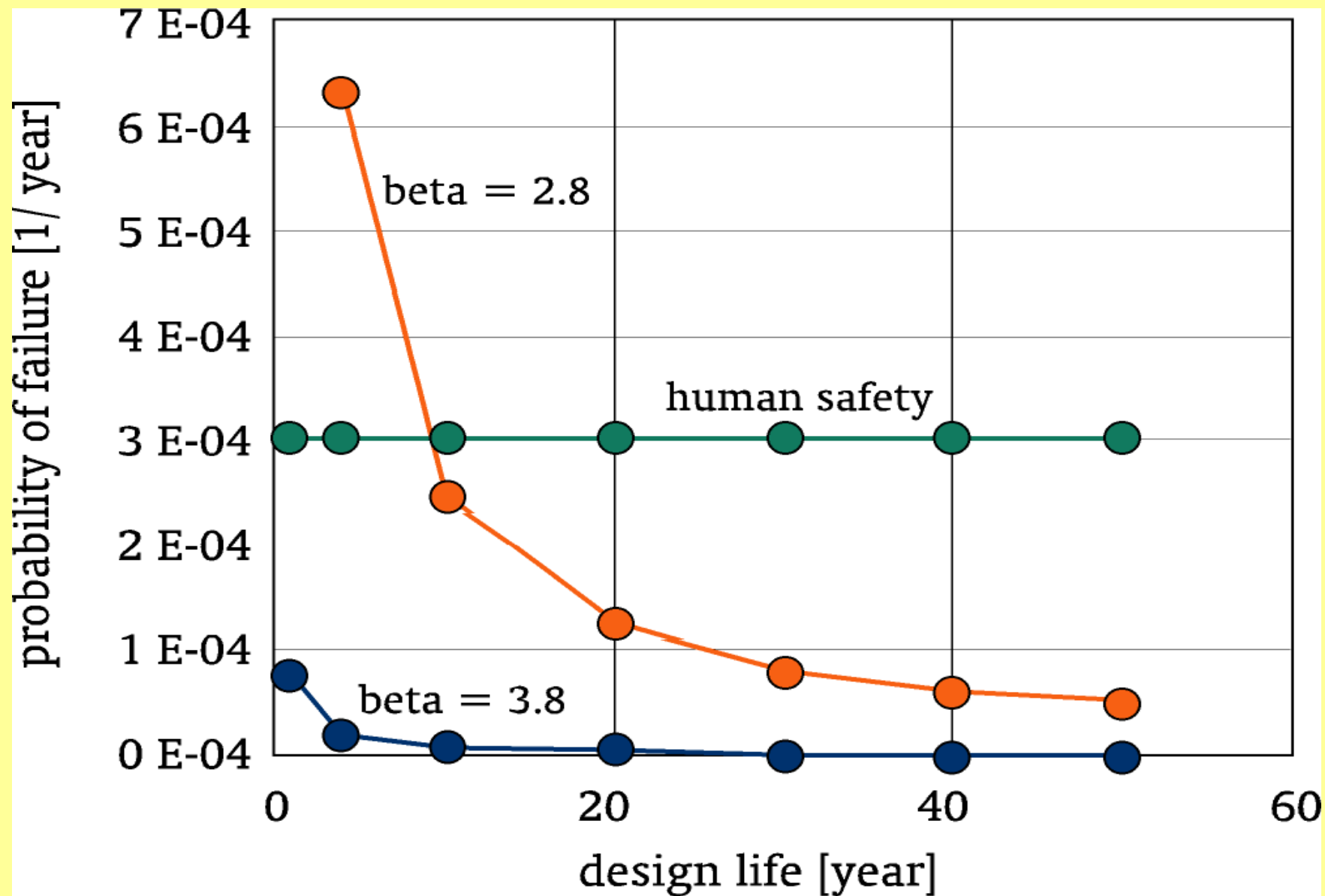
Minimum	$\beta_o < \beta_n - 1.5$
Na reparatie	$\beta_r < \beta_n - 0.5$
Menselijke veiligheid	$P < 3 \cdot 10^{-4}$ per jaar

Eurocode CC2: β van 3.8 naar 2.3 (wind van 2.8 naar 1.3)

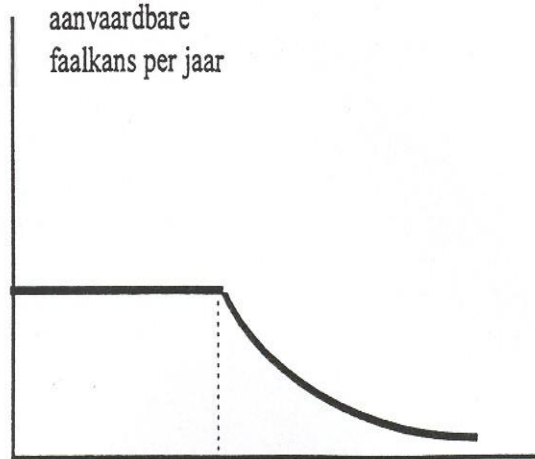
Menselijke veiligheid maatgevend

Praktische oplossing $\beta = 2.5$ met 15 year:

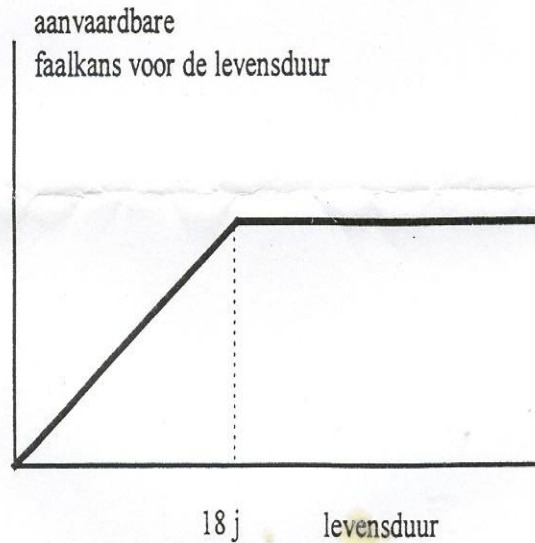
$$P(\text{failure}) < \Phi(-\beta) / 15 = \Phi(-2.5) / 15 = 4 \cdot 10^{-4} \text{ per year}$$



Menselijke veiligheid



economie



Figuur B1: Aanvaardbare faalkans als functie van de beoogde levensduur voor nieuwbouw veiligheidsklasse 2, gepresenteerd als kans per jaar (boven) en als kans voor de in de beoogde levensduur (onder).

Tabel 2.3b: Vereiste β - waarden voor de minimum referentieperiode met voor 1B de referentieperiode = 15 jaar)

gevolg- klasse	Minimum referentie- periode	nieuwbouw β_n		verbouw β_r		afkeuren β_b	
		wn	wd	wn	wd	wn	wd
CC1A	1 jaar	3.3	2,3	2,8	1.8	1.8	0.8
CC1B	15 jaar	3.3	2,3	2,8	1.8	1.8	1.1*
CC2	15 jaar	3.8	2.8	3.3	2,5*	2,5*	2.5*
CC3	15 jaar	4.3	3.3	3.8	3.3*	3.3*	3.3*

* Hierbij is de ondergrens voor persoonlijke veiligheid maatgevend

Kortere referentieperiode

Gevolgen voor:

- materiaaldegradatie
- vermoeiing
- lange termijneffecten
- trends in belastingen
- kans op extreme belasting

Van beta naar partiele factoren

$$\gamma = \exp\{\alpha \beta V - kV\} \approx 1 + \alpha \beta V$$

γ = partiele factor

β = betrouwbaarheidsindex

α = FORM invloedscoefficient

V = variatiecoefficient

k = coefficient karakteristieke waarde

Annex A1:

Partiele factoren gebouwen

Tabel 3.1 Partiële factoren voor **Gebouwen en Overige constructies**

(getallen tussen haken voor bouwwerken ontworpen volgens de NEN 6700-serie of eerder)

	klasse	beta	G ⁽¹⁾	Gcom ⁽²⁾	T ⁽³⁾	W ⁽⁴⁾	Q ⁽⁵⁾
nieuw	CC1	3,3	1,20	1,10	1,20	1,35	1,35
nieuw	CC2	3,8	1,35	1,20	1,35	1,50	1,50
nieuw	CC3	4,3	1,50	1,30	1,50	1,65	1,65
verbouw	CC1	2,8	1,15	1,05	1,10	1,20	1,10
verbouw	CC2	3,3(3,1)	1,30(1,20)	1,15	1,25	1,40	1,30
verbouw	CC3	3,8(3,6)	1,40(1,20)	1,25(1,20)	1,35	1,60(1,50)	1,50
afkeuren	CC1	1,8	1,10	1,00	1,00	1,10	1,05
afkeuren	CC2	2,5	1,20	1,10	1,10	1,30	1,15
afkeuren	CC3	3,3	1,30(1,20)	1,20	1,25	1,50	1,30

Case: Vervanging Vliiso-trap door een vaste trap

- De veranderde constructiedelen moeten worden beoordeeld alsof het nieuwbouw betreft. Dit zijn dus de vaste trap zelf, de ondersteuning op de onderliggende verdiepingvloer, de nieuwe raveelbalken en de zolderbalken waar iets aan veranderd is. Eventuele ontheffing is mogelijk.
- De niet gewijzigde constructiedelen (overige zolderbalken en vloerplanken) krijgen als gevolg van de verbouwing een hogere belasting (functieverandering), maar worden niet fysiek verbouwd. De constructiedelen worden getoetst aan de voorschriften voor bestaande bouw. Als niet is voldaan aan die voorschriften moet de vloer wordt aangepast en in beginsel daarna worden voldaan aan het nieuwbouwniveau. Daarbij bestaat wederom de mogelijkheid van ontheffing.

Bijlage E: Stappenplan beoordelingsprocedure (cf ISO 2394)

- 1) *Visuele/globale inspectie*
- 2) *Bij schade: opstellen goede verklaring*
- 3) *Bepaling conditie/betrouwbaarheid/veiligheidsmarges*
- 4) *Additionele inspecties & berekeningen (indien nodig)*
- 5) *Beslissing (kostenoverweging):*
 1. *accepteer de huidige situatie / eventueel extra inspectie*
 2. *pas gebruik aan*
 3. *reparatie / onderhoud*
 4. *sloop*

Berekening / beoordeling

- check oude berekening**
- nieuwe situatie**
- nieuwe informatie**
- huidige en toekomstige degradatie**
- geavanceerder/verfijnder als nodig**
- verklaring waargenomen gedrag**
- effect maatregelen**
- vereiste veiligheidsmarges**
- schatting restlevensduur**

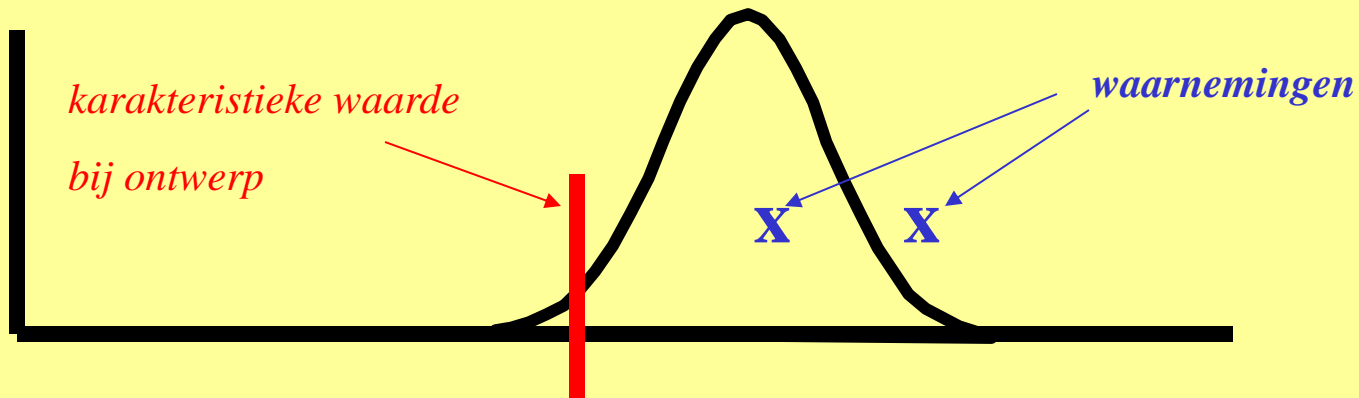
Inspecties

- soorten
- technieken
- nauwkeurigheid/POD
- planning
- evaluatie



Omgaan met waarnemingen

1) Updaten verdelingen (bijv betonsterkte)



2) Updaten faalkans $P\{F | I\}$

Voorbeeld: $I = \{\text{scheurwijdte} = 0.6 \text{ mm}\}$

Zie JCSS document on Existing Structures en ISO13822

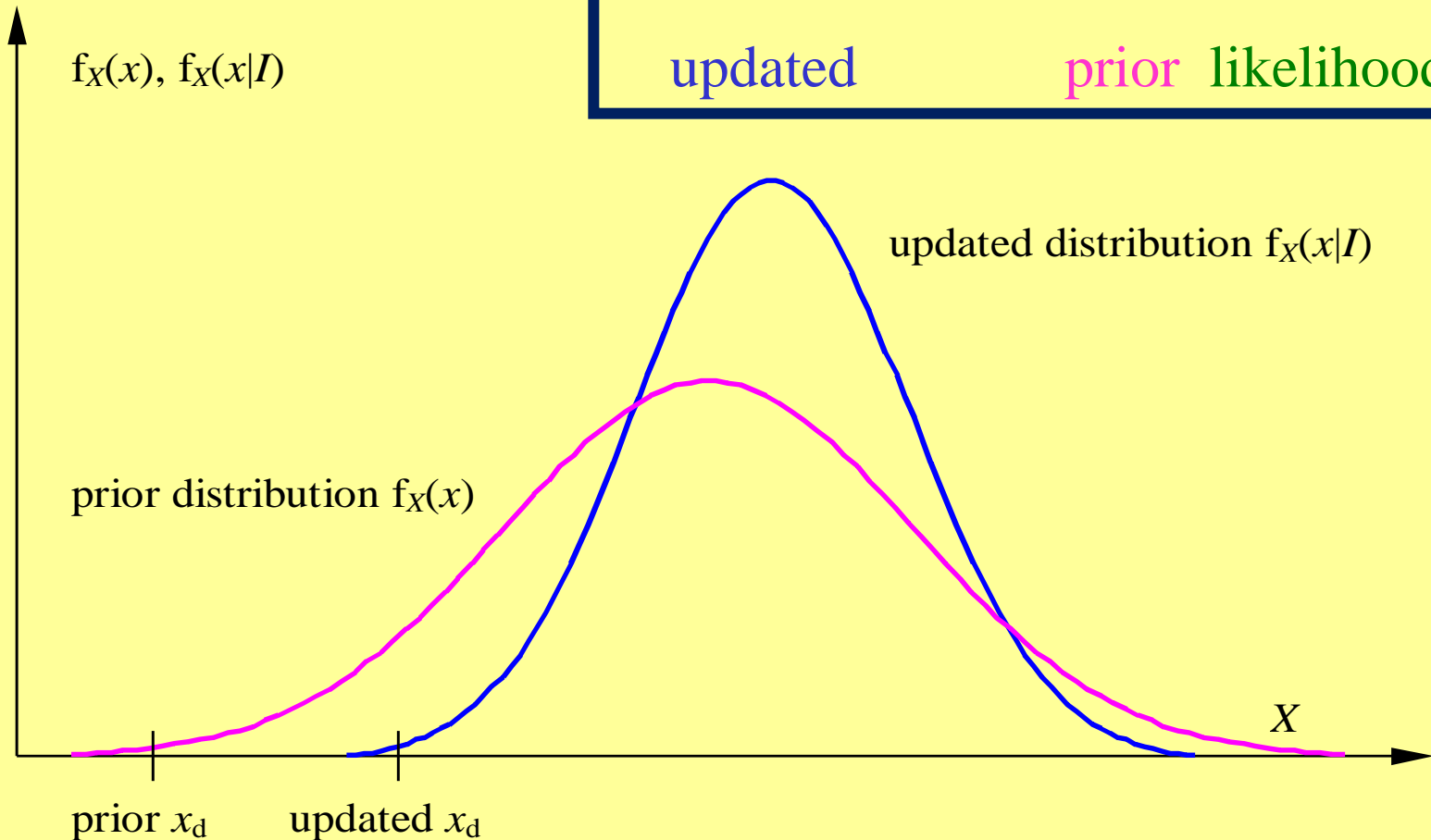
Updating distributions

$$P(x|I) = P(x) P(I | x) / P(I)$$

$$f_X(x|I) = C f_X(x) P(I | x)$$

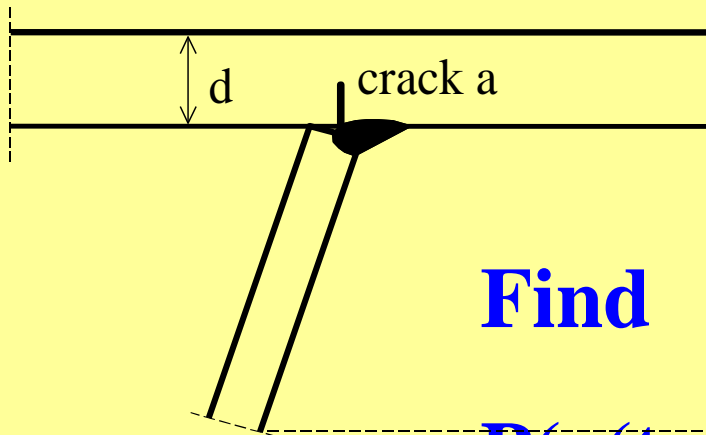
updated

prior likelihood



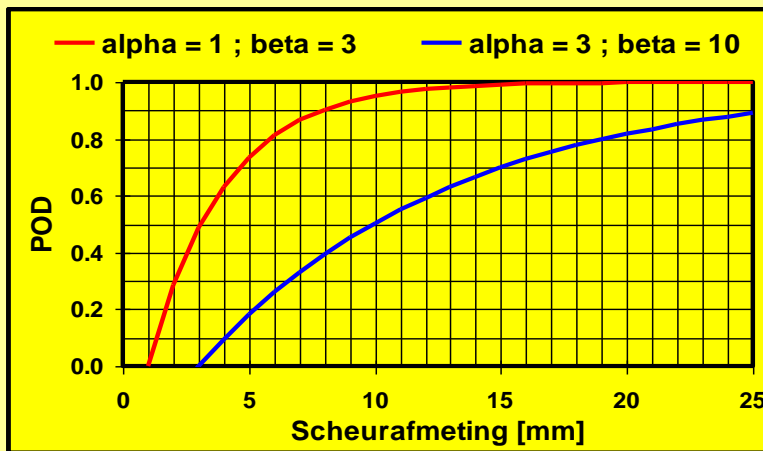
Dwarskrachtsterkte bestaande kunstwerken



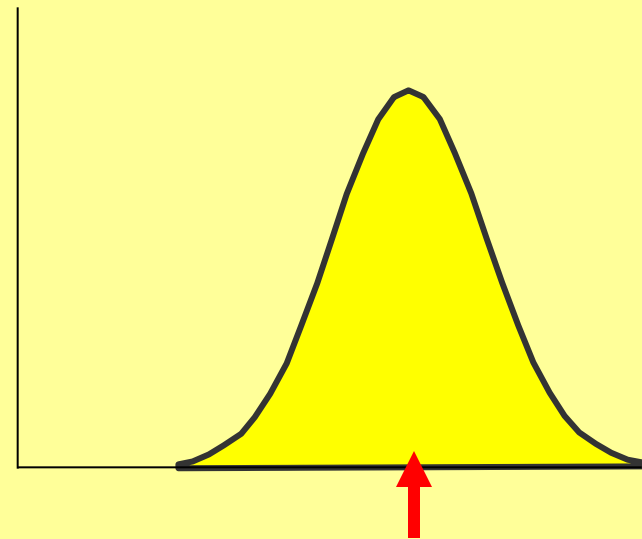


Find

$$P(a(t+\Delta t) > d \mid a(t) = \dots \text{ of } a(t) < \dots)$$

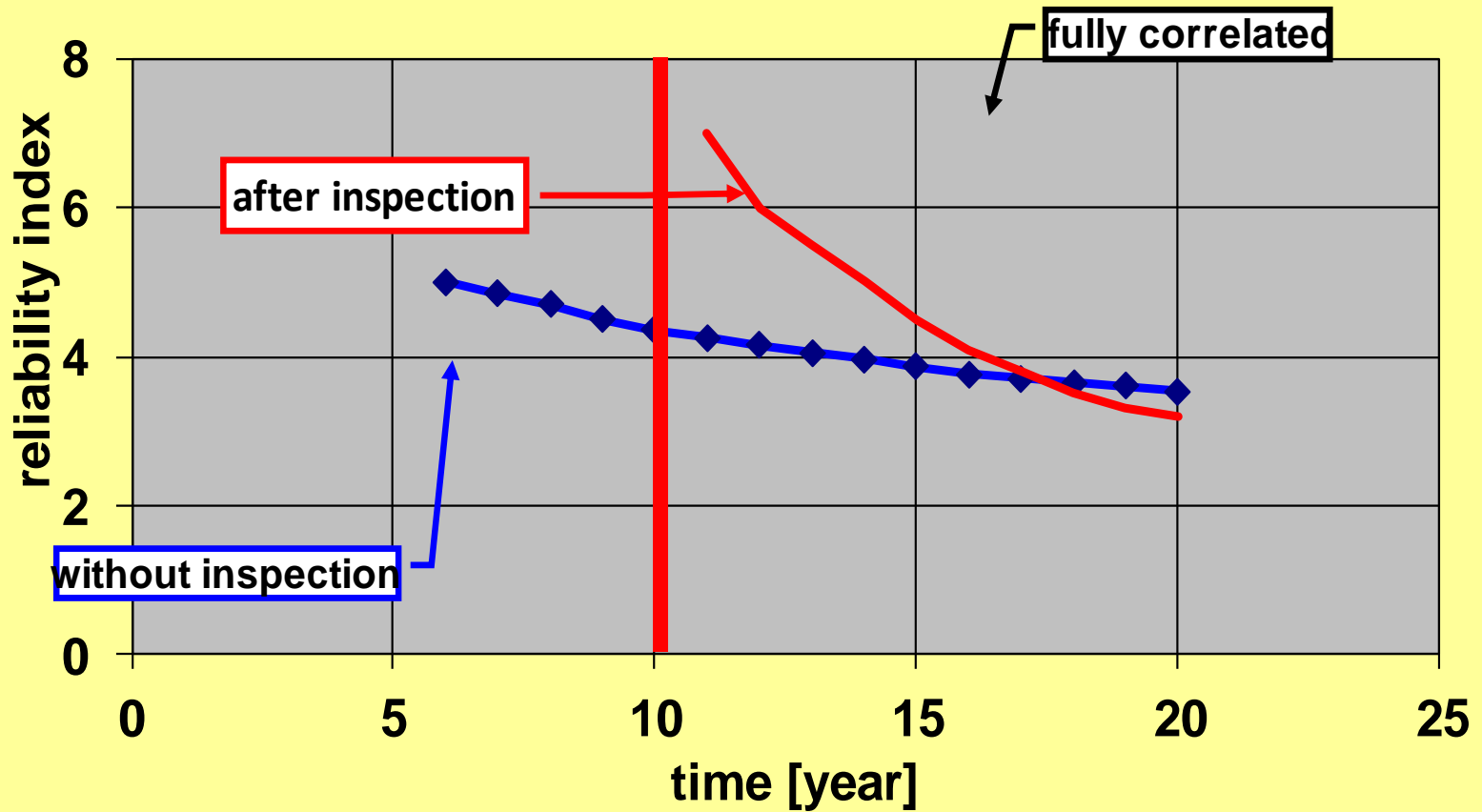


no cracks found, but?



measured 1 mm, but?

Reliability level Beta (one year periods)
given a crack found at $t=10$ a



$$P(A \cap B) = P(A|B)P(B)$$

$$P(F \cap I) = P(F|I)P(I)$$

$$P(F|I) = \frac{P(F \cap I)}{P(I)}$$

Two types of information I:

equality type: $h(\mathbf{x}) = 0$

inequality type: $h(\mathbf{x}) < 0$;
 $h(\mathbf{x}) > 0$

\mathbf{x} = vector of basic variables

$$P(F|I) = \frac{P(Z(t_2) < 0 \cap h(t_1) > 0)}{P(h(t_1) > 0)}$$

Proefbelasting

- ontwerpwaarde variabele belasting
- geen marge op eigen gewicht
- geen marge op sterkte

Maar..

- alle belastingschikkingen?
- onzekerheden in berekeningen
- duurzaamheid
- faalmechanisme
- conclusies tav andere constructie(delen)



Proefbelasting metselwerkbrug



Proefbelasten vloer

Theorie

Eis:

$$P(R > S \mid R > S_{\text{proef}}) < \Phi(-\beta)$$

P kans

R sterkte

S belasting

S_{proef} proefbelasting

Φ standaard normale verdeling

β betrouwbaarheidsindex



Voorbeeld: klasse 3 ($\beta > 3.6$)

$$\mu(R) = 100 \quad V_R = 0.10 \quad \mu(S) = 60 \quad V_S = 0.20.$$

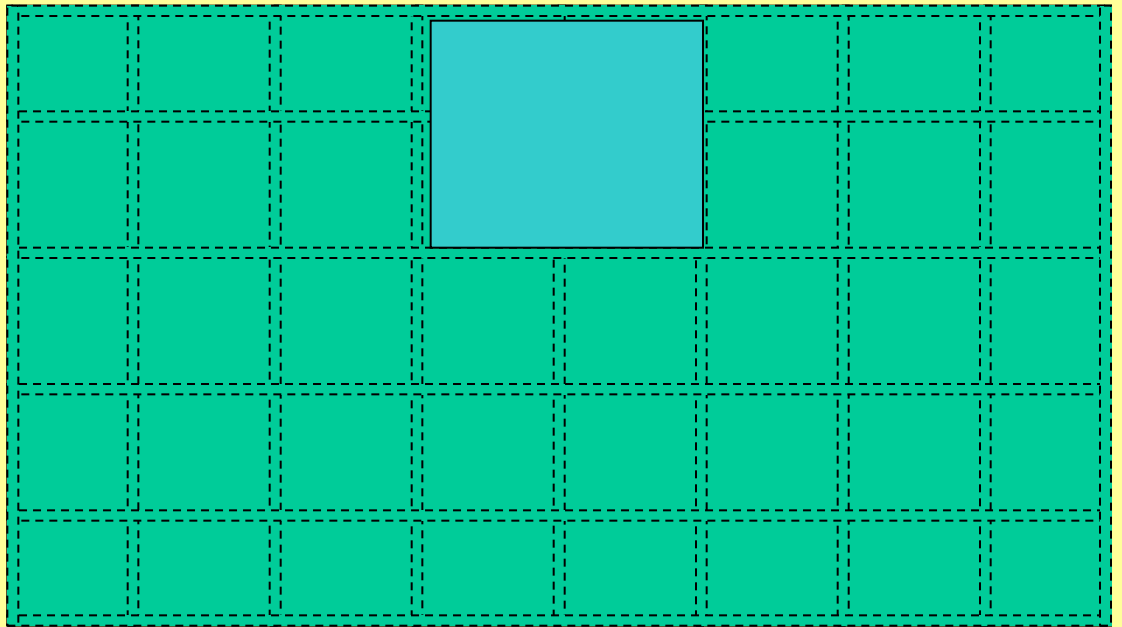
proefbelasting nodig van $S_{\text{proef}} = 96$

ontwerpwaarde $S_d = \mu(S)(1 + \alpha\beta V_S) = 91$

Staalvezelbetonvloer

4 velden belast

**Andere velden moesten
ook worden goedgekeurd**



$\gamma_m = 1.3$ verdeelde belasting (ok)

$\gamma_m = 1.0$ eigen gewicht

(geringe spreiding, grotere dikte=grotere draagkracht)

$$\gamma_m = 1 + \alpha\beta V = 1 + 0,8 \times 3,4 \times 0,05 = 1,14$$

-aantal spreidingbronnen niet relevant

-inclusief statistische onzekerheid 1,16.

-belastingschema ongunstig (belast/onbelast)

-het is een parallelsysteem

Bijlage F: Criteria voor niveau van maatregelen

Bij de beoordeling van **verbouw** geldt:

- Normaal geldt nieuwbouweis
- Dalen tot rechtens verkregen nivo indien nieuwbouw onzinnig
- Dalen tot verbouwnivo alleen gemotiveerd en indien ouder dan 15 jaar.
- Dalen tot afkeureniveau alleen bij wijze van uit zondering.

Bij beoordeling voor **afkeuren** geldt:

- Publiekrechtelijk kan een constructie die voldoet aan de afkeurnorm toch worden afgekeurd indien dat kan worden gemotiveerd (artikel 13 van de Woningwet).

Meenemen zichtbaar gedrag van constructies

Een bestaande constructie kan onder invloed van huidige en vroegere belastingen al dan niet zichtbare verschijnselen vertonen:

- doorbuigingen of verzakkingen
- scheuren
- losse stenen
- roestvorming

Theoretisch kunnen deze verschijnselen in rekening worden gebracht door voor het optreden ervan grenstoestandsfuncties te definiëren en deze als conditionele gebeurtenissen in een faalkansanalyse mee te nemen. Neem als voorbeeld dat de doorbuiging een bepaalde grenswaarde overschreden heeft maar geen scheurvorming is opgetreden.

Berekend wordt dan:

$$P\{F|Z_1 < 0 \text{ en } Z_2 > 0\} = \frac{P\{F \text{ en } Z_1 < 0 \text{ en } Z_2 > 0\}}{P\{Z_1 < 0 \text{ en } Z_2 > 0\}}$$

Z_1 = grenstoestandsfunctie doorbuiging

Z_2 = grenstoestandsfunctie scheurvorming

Indien grenswaarden wel overschreden zijn, leidt dat tot een verhoging van de kans op falen. Indien de grenswaarden niet overschreden zijn (de constructie vertoont geen mankement) leidt dat tot een verlaging van de faalkans. Een van de gebeurtenissen die men altijd mee kan nemen, is dat de constructie in de jaren van zijn bestaan niet is ingestort:

$$P\{\text{Falen komend jaar} \mid \text{niet gefaald in voorgaande jaren}\}$$

Men kan aan een dergelijke redenering bijvoorbeeld de conclusie ontleen dat een constructie die 500 jaar oud is een kans op falen per jaar, heeft die kleiner is dan $1/500 = 0.002$, waardoor β geschat mag worden op 2.9 voor de periode van een jaar (zie A2). Voor klasse 2 is dit reeds bijna voldoende. Uiteraard geldt dit alleen als de constructie niet aan achteruitgang onderhevig is en de belastingen stationair mogen worden verondersteld.

In de praktijk zal het gedrag van een constructie meestal zo worden geïnterpreteerd dat de aanwezigheid van verzakkingen, grote doorbuigingen, scheuren e.d. een grond vormt voor aanschrijving terwijl omgekeerd de afwezigheid daarvan een reden kan zijn om niet aan te schrijven.